

拒絶引用S04 P1522W0000

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-189700

(P2004-189700A)

(43) 公開日 平成16年7月8日 (2004. 7. 8)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

C07D 333/20

C09K 11/06

H05B 33/14

H05B 33/22

FI

C07D 333/20

C09K 11/06 635

C09K 11/06 645

C09K 11/06 655

C09K 11/06 690

テーマコード (参考)

3K007

4C023

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 31 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-362659 (P2002-362659)

(22) 出願日 平成14年12月13日 (2002. 12. 13)

(71) 出願人 000005887

三井化学株式会社

東京都港区東新橋一丁目5番2号

(72) 発明者 島村 武彦

千葉県袖ヶ浦市長清580-32 三井化

学株式会社内

(72) 発明者 田辺 良清

千葉県袖ヶ浦市長清580-32 三井化

学株式会社内

(72) 発明者 塚田 英孝

千葉県袖ヶ浦市長清580-32 三井化

学株式会社内

(72) 発明者 戸谷 由之

千葉県袖ヶ浦市長清580-32 三井化

学株式会社内

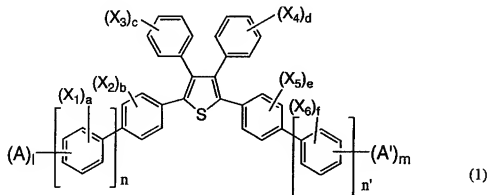
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アミン化合物および該化合物を含有する有機電界発光素子。

(57) 【要約】

【解決手段】一般式(1)で表されるアミン化合物、および一对の電極間に一般式(1)で表されるアミン化合物を少なくとも1種含有する層を少なくとも一層挟持してなる有機電界発光素子。

【化1】



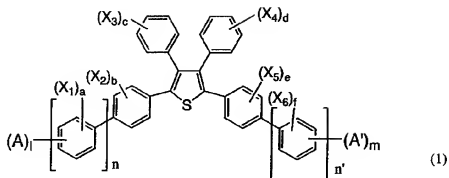
〔式中、A および A' は置換または未置換のアミノ基を表し、X<sub>1</sub> ~ X<sub>6</sub> は置換基を表し、

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

一般式 (1) で表されるアミン化合物。

## 【化 1】



〔式中、A および A' は置換または未置換のアミノ基を表し、X<sub>1</sub>～X<sub>6</sub>は置換基を表し、l および m は 1 または 2 を表し、a、b、c、d、e および f は 0～3 の整数を表し、n および n' は 0～2 の整数を表し、n および n' の少なくとも一方は 1 以上の整数を表す〕

## 【請求項 2】

一般式 (1) において、l および m が 1 である請求項 1 記載のアミン化合物。

## 【請求項 3】

一般式 (1) において、n および n' が 1 である請求項 1 または 2 記載のアミン化合物。

## 【請求項 4】

一对の電極間に、一般式 (1) で表されるアミン化合物を少なくとも 1 種含有する層を少なくとも一層層保持してなる有機電界発光素子。

## 【請求項 5】

一般式 (1) で表されるアミン化合物を含有する層が、正孔注入輸送層である請求項 4 記載の有機電界発光素子。

## 【請求項 6】

一般式 (1) で表されるアミン化合物を含有する層が、発光層である請求項 4 記載の有機電界発光素子。

## 【請求項 7】

一对の電極間に、さらに、発光層を有する請求項 4 または 5 のいずれかに記載の有機電界発光素子。

## 【請求項 8】

一对の電極間に、さらに、電子注入輸送層を有する請求項 4～7 のいずれかに記載の有機電界発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は新規なアミン化合物およびアミン化合物を含有してなる有機電界発光素子に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、アリールアミン化合物は各種色素の製造中間体、医薬分野における製造中間体、あるいは各種の機能材料として使用されてきた。機能材料としては、例えば、電子写真感光体の電荷輸送材料に使用されてきた。最近では、発光材料に有機材料を用いた有機電界発光素子（有機エレクトロルミネッセンス素子：有機 EL 素子）の正孔注入輸送材料として有用であることが提案されている（例えば、非特許文献 1 参照）。

有機電界発光素子は蛍光性有機化合物を含む薄膜を、陽極と陰極間に挟持した構造を有し、該薄膜に電子および正孔（ホール）を注入して、再結合させることにより励起子（エキシトン）を生成させ、この励起子が失活する際に放出される光を利用して発光する素子である。有機電界発光素子は、数V～数十V程度の直流の低電圧で発光が可能であり、また、蛍光性有機化合物の種類を選択することにより種々の色（例えば、赤色、青色、緑色）の発光が可能である。このような特徴を有する有機電界発光素子は種々の発光素子、表示素子等への応用が期待されている。しかしながら、一般に、有機電界発光素子は、安定性、耐久性に乏しいなどの欠点を有している。有機電界発光素子の蛍光性有機化合物を含む薄膜への正孔の注入輸送を効率よく行う目的で、正孔注入輸送材料として、4, 4'-ビス〔N-フェニル-N-(3''-メチルフェニル)アミノ〕ピフェニルを用いることが提案されている（例えば、非特許文献2参照）。

また、正孔注入輸送材料として、例えば、9, 9-ジアルキル-2, 7-ビス(N, N-ジフェニルアミノ)フルオレン誘導体【例えば、9, 9-ジメチル-2, 7-ビス(N, N-ジフェニルアミノ)フルオレン】を用いることも提案されている(特許文献1参照)。

しかしながら、これらのアリアルアミン化合物を正孔注入輸送材料として使用した有機電界発光素子も、安定性、耐久性に乏しいなどの難点があった。

現在では、安定性、耐久性に優れた有機電界発光素子が求められており、そのため、有機電界発光素子として使用した際に優れた特性を示す新規なアリールアミン化合物が望まれている。

【 0 0 0 3 】

【非特許文献 1】Appl. Phys. Lett., 51, 913 (1987)

【非特許文献2】 Jpn. J. Appl. Phys., 27, L269 (1988)

【特許文献1】特開平5-25473号公報

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、新規なアミン化合物および該化合物を含有する有機電界発光素子を提供することである。さらに詳しくは、有機電界発光素子の正孔注入輸送材料等に適した新規なアミン化合物、および該アミン化合物を使用した、安定性、耐久性に優れた有機電界発光素子を提供することである。

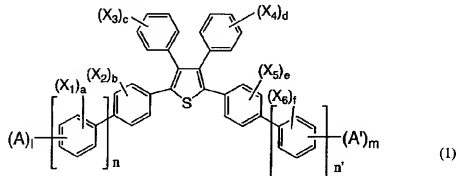
【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記課題を解決するために、種々のアミン化合物および有機電界発光素子に関して鋭意検討を行った結果、本発明を完成させるに至った。すなわち、本発明は、▲1▼一般式(1)(化2)で表されるアミン化合物、

【 0 0 0 6 】

【化 2】



[式中、AおよびA'は置換または未置換のアミノ基を表し、X<sub>1</sub>~X<sub>6</sub>は置換基を表し、lおよびmは1または2を表し、a、b、c、d、eおよびfは0~3の整数を表し、n

および  $n'$  は 0 ～ 2 の整数を表し、 $n$  および  $n'$  の少なくとも一方は 1 以上の整数を表す]

▲ 2 ▼ 一般式 (1) において、1 および  $m$  が 1 である ▲ 1 ▼ 記載のアミン化合物、

▲ 3 ▼ 一般式 (1) において、 $n$  および  $n'$  が 1 である ▲ 1 ▼ または ▲ 2 ▼ 記載のアミン化合物、

▲ 4 ▼ 一对の電極間に一般式 (1) で表されるアミン化合物を少なくとも 1 種含有する層を少なくとも一層挟持してなる有機電界発光素子、

▲ 5 ▼ 一般式 (1) で表されるアミン化合物を含有する層が、正孔注入輸送層である ▲ 4 ▼ 記載の有機電界発光素子、

▲ 6 ▼ 一般式 (1) で表されるアミン化合物を含有する層が、発光層である ▲ 4 ▼ 記載の有機電界発光素子、

▲ 7 ▼ 一对の電極間に、さらに、発光層を有する前記 ▲ 4 ▼ または ▲ 5 ▼ 記載の有機電界発光素子、

▲ 8 ▼ 一对の電極間に、さらに、電子注入輸送層を有する前記 ▲ 4 ▼ ～ ▲ 7 ▼ のいずれかに記載の有機電界発光素子、  
に関するものである。

【0007】

【発明の実施の形態】

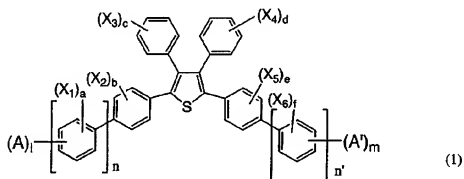
以下、本発明に関し詳細に説明する。

【0008】

本発明のアミン化合物は一般式 (1) (化 3) で表される化合物である。

【0009】

【化 3】



〔式中、A および A' は置換または未置換のアミノ基を表し、 $X_1 \sim X_6$  は置換基を表し、1 および  $m$  は 1 または 2 を表し、 $a, b, c, d, e$  および  $f$  は 0 ～ 3 の整数を表し、 $n$  および  $n'$  は 0 ～ 2 の整数を表し、 $n$  および  $n'$  の少なくとも一方は 1 以上の整数を表す]

一般式 (1) で表されるアミン化合物において、A および A' は置換または未置換のアミノ基を表し、好ましくは、一般式 (2) (化 4) で表されるアミノ基を表す。

【0010】

【化 4】



〔式中、 $Ar_1$  および  $Ar_2$  は置換または未置換の脂肪族環基、置換または未置換の芳香族炭化水素基、置換または未置換の複素環式芳香族基、置換または未置換の複素環基を表す]

]

一般式(2)中、 $Ar_1$ および $Ar_2$ は置換または未置換の脂肪族環基、置換または未置換の芳香族炭化水素基、置換または未置換の複素環式芳香族基、置換または未置換の複素環基を表す。 $Ar_1$ および $Ar_2$ はそれぞれ同一であっても良く、また、異なっても良い。さらには $Ar_1$ と $Ar_2$ は結合している窒素原子と共に含窒素複素環を形成していても良い。好ましくは、置換または未置換の芳香族炭化水素基、置換または未置換の複素環式芳香族基を表す。

$Ar_1$ および $Ar_2$ は、より好ましくは、未置換、もしくは、置換基として、例えば、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基、あるいはアリール基で単置換または多置換されてもよい総炭素数6~20の芳香族炭化水素基または総炭素数3~20の複素環式芳香族基であり、さらに好ましくは、未置換、もしくは、ハロゲン原子、炭素数1~14のアルキル基、炭素数1~14のアルコキシ基、あるいは炭素数6~10のアリール基で単置換または多置換されていてもよい総炭素数6~20の炭素環式芳香族基である。

また、 $Ar_1$ および $Ar_2$ の少なくとも一つが置換または未置換の縮合芳香族炭化水素基であることも好ましくは、置換または未置換の縮合芳香族炭化水素基としては、例えば、置換または未置換のナフチル基、置換または未置換のアントラセニル基、置換または未置換のフェナントレニル基、置換または未置換のビレニル基、置換または未置換のフルオレニル基、置換または未置換のアセナフテニル基、置換または未置換のフルオランテニル基等が挙げられ、好ましくは、置換または未置換のナフチル基、置換または未置換のアントラセニル基、置換または未置換のフェナントレニル基、置換または未置換のビレニル基、置換または未置換のフルオレニル基であり、より好ましくは、置換または未置換の1-ナフチル基、置換または未置換の2-ナフチル基、置換または未置換の9-アントラセニル基、置換または未置換の2-アントラセニル基、置換または未置換の9-フェナントレニル基、置換または未置換の1-ビレニル基、置換または未置換の2-フルオレニル基を挙げることができる。

また、ここで、置換基としては、フェニル基、ナフチル等の芳香族炭化水素基、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、tert-ブチル基等のアルキル基、ベンジル基、フェネチル基、2-フェニルイソプロペニル基等のアラルキル基、フッ素原子、塩素原子、臭素原子等のハロゲン原子等を上げることができる。

$Ar_1$ および $Ar_2$ の具体例としては、例えば、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、2-メチルシクロペンチル基、3-メチルシクロペンチル基、シクロヘキシル基、2-メチルシクロヘキシル基、3-メチルシクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基、シクロヘプチル基、2-メチルシクロヘプチル基、3-メチルシクロヘプチル基、4-メチルシクロヘプチル基、シクロオクチル基、シクロノニル基、シクロデシル基、シクロウンデシル基、シクロドデシル基、ノルボルネニル基、アダマンチル基等の脂肪族環基、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、2-アントラセニル基、9-アントラセニル基、4-キノリニル基、1-ビレニル基、4-ビリジニル基、3-ビリジニル基、2-ビリジニル基、3-フラニル基、2-フランニル基、3-チエニル基、2-チエニル基、2-オキサゾリル基、2-チアゾリル基、2-ペンゾキサゾリル基、2-ベンゾチアゾリル基、2-ペンゾイミダゾリル基、4-メチルフェニル基、3-メチルフェニル基、2-メチルフェニル基、4-エチルフェニル基、3-エチルフェニル基、2-エチルフェニル基、4-n-プロピルフェニル基、4-イソプロピルフェニル基、2-イソプロピルフェニル基、4-n-ブチルフェニル基、4-イソブチルフェニル基、4-sec-ブチルフェニル基、2-sec-ブチルフェニル基、4-tert-ブチルフェニル基、3-tert-ブチルフェニル基、2-tert-ブチルフェニル基、4-n-ペンチルフェニル基、4-イソペンチルフェニル基、2-ネオペンチルフェニル基、4-tert-ペンチルフェニル基、4-n-ヘキシルフェニル基、4-(2'-エチルブチル)フェニル基、4-n-ヘプチルフェニル基、4-n-オクチルフェニル基、4-(2'-エチルヘキシル)フェニル基、4-tert-オクチルフェニル基、4-n-デシルフェニル基、4-n-ドデシルフェニル基、4-n-テトラデシルフェニル基、4-シクロペンチルフェニル基、4-シク

10

20

30

40

50

ロヘキシルフエニル基、4-(4'-メチルシクロヘキシル)フェニル基、4-(4'-tert-ブチルシクロヘキシル)フェニル基、3-シクロヘキシルフエニル基、2-シクロヘキシルフエニル基、4-エチル-1-ナフチル基、6-n-ブチル-2-ナフチル基、2, 4-ジメチルフエニル基、3, 5-ジメチルフエニル基、2, 6-ジメチルフエニル基、2, 4-ジエチルフエニル基、2, 3, 5-トリメチルフエニル基、2, 3, 6-トリメチルフエニル基、3, 4, 5-トリメチルフエニル基、2, 6-ジエチルフエニル基、2, 5-ジイソプロピルフエニル基、2, 6-ジイソブチルフエニル基、2, 4-ジ-tert-ブチルフエニル基、2, 5-ジ-tert-ブチルフエニル基、4, 6-ジ-tert-ブチル-2-メチルフエニル基、5-tert-ブチル-2-メチルフエニル基、4-tert-ブチル-2, 6-ジメチルフエニル基、4-メトキシフェニル基、3-メトキシフェニル基、2-メトキシフェニル基、4-エトキシフェニル基、3-エトキシフェニル基、2-エトキシフェニル基、4-n-プロポキシフェニル基、3-n-プロポキシフェニル基、4-イソプロポキシフェニル基、3-イソプロポキシフェニル基、2-イソプロポキシフェニル基、4-n-ブトキシフェニル基、4-イソブトキシフェニル基、2-sec-ブトキシフェニル基、4-n-ペンチルオキシフェニル基、4-イソペンチルオキシフェニル基、2-イソペンチルオキシフェニル基、4-n-ヘキシルオキシフェニル基、2-(2'-エチルブチルオキシ)フェニル基、4-n-オクチルオキシフェニル基、4-n-デシルオキシフェニル基、4-n-ドデシルオキシフェニル基、4-n-テトラデシルオキシフェニル基、4-シクロヘキシルオキシフェニル基、2-シクロヘキシルオキシフェニル基、2-メトキシ-1-ナフチル基、4-メトキシ-1-ナフチル基、4-n-ブトキシ-1-ナフチル基、5-エトキシ-1-ナフチル基、6-メトキシ-2-ナフチル基、6-エトキシ-2-ナフチル基、6-n-ブチル-2-ナフチル基、6-n-ヘキシルオキシ-2-ナフチル基、7-メトキシ-2-ナフチル基、7-n-ブトキシ-2-ナフチル基、2-メチル-4-メトキシフェニル基、2-メチル-5-メトキシフェニル基、3-メチル-5-メトキシフェニル基、3-エチル-5-メトキシフェニル基、2-メトキシ-4-メチルフエニル基、3-メトキシ-4-メチルフエニル基、2, 4-ジメチルフエニル基、2, 5-ジメチルフエニル基、3, 5-ジメチルフエニル基、3, 5-ジエトキシフェニル基、3, 5-ジ-n-ブトキシフェニル基、2-メトキシ-4-エトキシフェニル基、2-メトキシ-6-エトキシフェニル基、3, 4, 5-トリメトキシフェニル基、4-フェニルフェニル基、3-フェニルフェニル基、2-フェニルフェニル基、4-(4'-メチルフエニル)フェニル基、4-(3'-メチルフエニル)フェニル基、4-(4'-メトキシフェニル)フェニル基、4-(4'-n-ブトキシフェニル)フェニル基、2-(2'-メトキシフェニル)フェニル基、4-(4'-クロロフェニル)フェニル基、3-メチル-4-フェニルフェニル基、3-メトキシ-4-フェニルフェニル基、4-フルオロフェニル基、3-フルオロフェニル基、2-フルオロフェニル基、2-クロロフェニル基、4-クロロフェニル基、3-クロロフェニル基、2-クロロフェニル基、4-ブromoフェニル基、3-ブromoフェニル基、2-ブromoフェニル基、4-クロロ-1-ナフチル基、4-クロロ-2-ナフチル基、6-ブromo-2-ナフチル基、2, 3-ジフルオロフェニル基、2, 5-ジフルオロフェニル基、2, 6-ジフルオロフェニル基、3, 4-ジフルオロフェニル基、3, 5-ジフルオロフェニル基、2, 3-ジクロロフェニル基、2, 4-ジクロロフェニル基、2, 5-ジクロロフェニル基、3, 4-ジクロロフェニル基、3, 5-ジクロロフェニル基、2, 5-ジブromoフェニル基、2, 4, 6-トリクロロフェニル基、2, 4-ジクロロ-1-ナフチル基、1, 6-ジクロロ-2-ナフチル基、2-フルオロ-4-メチルフエニル基、2-フルオロ-5-メチルフエニル基、3-フルオロ-2-メチルフエニル基、3-フルオロ-4-メチルフエニル基、2-メチル-4-フルオロフェニル基、2-メチル-5-フルオロフェニル基、3-メチル-4-フルオロフェニル基、2-クロロ-4-メチルフエニル基、2-クロロ-4-メチルフエニル基、2-クロロ-5-メチルフエニル基、2-クロロ-6-メチルフエニル基、2-メチル-3-クロロフェニル基、2-メチル-3-クロ

10

20

30

40

50

ロフロフェニル基、2-メチル-4-クロロフェニル基、3-メチル-4-クロロフェニル基、2-クロロ-4, 6-ジメチルフェニル基、2-メトキシ-4-フルオロフェニル基、2-フルオロ-4-メトキシフェニル基、2-フルオロ-4-エトキシフェニル基、2-フルオロ-6-メトキシフェニル基、3-フルオロ-4-エトキシフェニル基、3-クロロ-4-メトキシフェニル基、2-メトキシ-5-クロロフェニル基、3-メトキシ-6-クロロフェニル基、5-クロロ-2, 4-ジメトキシフェニル基等の芳香族炭化水素基および、前述の縮合芳香族炭化水素基等の芳香族炭化水素基、2-ピリジル基、5-ピリジル基、5-メチル-2-ピリジル基、5-フェニル-2-ピリジル基、5-Tert-ブチル-2-ピリジル基、2-メチル-5-ピリジル基、2-ピリミジル基、5-ピリミジル基、5-フェニル-2-ピリミジル基、2-フェニル-5-ピリミジル基、3-ピリダジン基、6-フェニル-3-ピリダジン基、2-ピラジン基、5-フェニル-2-ピラジン基、2-キノリニル基、2-メチル-6-キノリニル基、2-メチル-5-キノリニル基、2-メチル-8-キノリニル基、2-チオフェニル基、3, 4-ジメチル-2-チオフェニル基、5-フェニル-2-チオフェニル基、2-フランニル基、3, 4-ジメチル-5-フェニル-2-フランニル基等の複素環式芳香族基、4-ピベリジニル基、N-フェニル-4-ピベリジニル基、2-ピロリジニル基、N-フェニル-2-ピロリジニル基、2-アジリジニル基、N-メチル-2-アジリジニル基、N-フェニル-2-アジリジニル基、2-ピペラジニル基、N, N'-ジフェニル-2-ピペラジニル基、2-アザシクロヘキシル基、N-フェニル-2-アザシクロヘキシル基、2-アザシクロヘプチル基、N-フェニル-2-アザシクロヘキシル基等の複素環式芳香族基を挙げることができ、好ましくは、芳香族炭化水素基または複素環式芳香族基である。

また、 $Ar_1$ と $Ar_2$ が結合している窒素原子と共に含窒素複素環を形成する場合、一般式(2)で表されるアミノ基の具体例としては、例えば、N-カルバゾリル基、2-メチル-N-カルバゾリル基、3-メチル-N-カルバゾリル基、4-メチル-N-カルバゾリル基、3-n-ブチル-N-カルバゾリル基、3-n-ヘキシル-N-カルバゾリル基、3, 6-ジメチル-N-カルバゾリル基、3-メトキシ-N-カルバゾリル基、3-エトキシ-N-カルバゾリル基、3-イソプロポキシ-N-カルバゾリル基、3-フェニル-N-カルバゾリル基、4-フェニル-N-カルバゾリル基、N-β-カルボリニル基、4-メチル-N-β-カルボリニル基、4-n-オクチル-N-β-カルボリニル基、4-フェニル-N-β-カルボリニル基、4, 5-ジフェニル-N-β-カルボリニル基、4, 5-ジメチル-N-β-カルボリニル基、N-γ-カルボリニル基、3-メチル-N-γ-カルボリニル基、3-フェニル-N-γ-カルボリニル基、2, 3-ジフェニル-N-γ-カルボリニル基、N-フェノキサジニル基、N-フェノチアジニル基、2-メチル-N-フェノチアジニル基、2-クロロ-N-フェノチアジニル基、2-トリフルオロメチル-N-フェノチアジニル基、N-ジベンゾ[b, f]アゼビニル基、1, 0, 1-ジヒドロ-N-ジベンゾ[b, f]アゼビニル基を挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

一般式(1)で表されるアミン化合物において、AおよびA'が一般式(2)で表されるアミノ基で表される場合、それぞれのAおよびA'の、 $Ar_1$ および $Ar_2$ は、同種であってもよく、また、すべてが異なってもよい。

一般式(1)で表されるアミン化合物において、lおよびmは1または2を表し、好ましくは1を表す。

【0011】

一般式(1)で表されるアミン化合物において、 $X_1 \sim X_6$ は置換基を表し、置換基としては、ハロゲン原子または-(O)q-Z基(式中Zは、ハロゲン原子で置換されていてもよい直鎖、分岐または環状のアルキル基、あるいは置換または未置換のアリール基を表し、qは0または1を表す)を表す。好ましくは、水素原子、ハロゲン原子または-(O)q-Z基(式中Zは、ハロゲン原子で置換されていてもよい炭素数1~16の直鎖、分岐または環状のアルキル基、あるいは置換または未置換の炭素数4~12のアリール基を表し、qは0または1を表す)を表し、より好ましくは、水素原子、ハロゲン原子または-(

10

20

30

40

50

○)  $q-Z$  基 (式中  $Z$  は、ハロゲン原子で置換されていてもよい炭素数 1 ~ 8 の直鎖、分岐または環状のアルキル基、あるいは置換または未置換の炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表し、 $q$  は 0 または 1 を表す) を表し、さらに好ましくは、水素原子、ハロゲン原子、炭素数 1 ~ 8 の直鎖、分岐鎖または環状のアルキル基、炭素数 6 ~ 10 の芳香族炭化水素基を表す。

尚、 $X_1 \sim X_6$  の (○)  $q-Z$  基の  $Z$  である置換または未置換のアリール基の具体例としては、例えば、 $Ar_1$  および  $Ar_2$  の具体例として挙げた置換または未置換の芳香族炭化水素基を挙げることができる。

$X_1 \sim X_6$  の (○)  $q-Z$  基の  $Z$  である直鎖、分岐または環状のアルキル基の具体例としては、例えば、メチル基、エチル基、 $n$ -プロピル基、イソプロピル基、 $n$ -ブチル基、イソブチル基、 $sec$ -ブチル基、 $tert$ -ブチル基、 $n$ -ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、 $tert$ -ペンチル基、シクロペンチル基、 $n$ -ヘキシル基、シクロペンチルメチル基、2-エチルブチル基、3, 3-ジメチルブチル基、シクロヘキシル基、 $n$ -ヘプチル基、シクロヘキシルメチル基、シクロペンチルエチル基、 $n$ -オクタシル基、 $tert$ -オクタシル基、2-エチルヘキシル基、 $n$ -ノニル基、シクロヘキシルエチル基、 $n$ -デシル基、 $n$ -ドデシル基、 $n$ -テトラデシル基、 $n$ -ヘキサデシル基等のハロゲン原子で置換されていない直鎖、分岐鎖または環状のアルキル基、フルオロメチル基、ジフルオロメチル基、トリフルオロメチル基、2-フルオロエチル基、2, 2-ジフルオロエチル基、2, 2, 2-トリフルオロエチル基、2-フルオロ- $n$ -プロピル基、3-フルオロ- $n$ -プロピル基、1, 3-ジフルオロ- $n$ -プロピル基、2, 3-ジフルオロ- $n$ -プロピル基、2-フルオロ- $n$ -ブチル基、3-フルオロ- $n$ -ブチル基、4-フルオロ- $n$ -ブチル基、3-フルオロ-2-メチルプロピル基、2, 3-ジフルオロ- $n$ -ブチル基、2, 4-ジフルオロ- $n$ -ブチル基、3, 4-ジフルオロ- $n$ -ブチル基、2-フルオロ- $n$ -ペンチル基、3-フルオロ- $n$ -ペンチル基、5-フルオロ- $n$ -ペンチル基、2, 4-ジフルオロ- $n$ -ペンチル基、2, 5-ジフルオロ- $n$ -ペンチル基、2-フルオロ-3-メチルブチル基、2-フルオロ- $n$ -ヘキシル基、3-フルオロ- $n$ -ヘキシル基、4-フルオロ- $n$ -ヘキシル基、5-フルオロ- $n$ -ヘキシル基、6-フルオロ- $n$ -ヘキシル基、2-フルオロ- $n$ -ヘプチル基、4-フルオロ- $n$ -ヘプチル基、5-フルオロ- $n$ -ヘプチル基、2-フルオロ- $n$ -オクタシル基、3-フルオロ- $n$ -オクタシル基、6-フルオロ- $n$ -オクタシル基、4-フルオロ- $n$ -ノニル基、7-フルオロ- $n$ -ノニル基、3-フルオロ- $n$ -デシル基、6-フルオロ- $n$ -デシル基、4-フルオロ- $n$ -ドデシル基、8-フルオロ- $n$ -ドデシル基、5-フルオロ- $n$ -テトラデシル基、9-フルオロ- $n$ -テトラデシル基、クロロメチル基、ジクロロメチル基、トリクロロメチル基、2-クロロエチル基、2, 2-ジクロロエチル基、2, 2, 2-トリクロロエチル基、2, 2, 2, 1-テトラクロロエチル基、3-クロロ- $n$ -プロピル基、2-クロロ- $n$ -ブチル基、4-クロロ- $n$ -ブチル基、2-クロロ- $n$ -ペンチル基、5-クロロ- $n$ -ペンチル基、5-クロロ- $n$ -ヘキシル基、4-クロロ- $n$ -ヘプチル基、6-クロロ- $n$ -オクタシル基、7-クロロ- $n$ -ノニル基、3-クロロ- $n$ -デシル基、8-クロロ- $n$ -ドデシル基、パーフルオロエチル基、 $n$ -パーフルオロプロピル基、 $n$ -パーフルオロブチル基、 $n$ -パーフルオロペンチル基、 $n$ -パーフルオロヘキシル基、 $n$ -パーフルオロヘプチル基、 $n$ -パーフルオロオクタシル基、 $n$ -パーフルオロノニル基、 $n$ -パーフルオロデシル基、 $n$ -パーフルオロウンデシル基、 $n$ -パーフルオロドデシル基、 $n$ -パーフルオロテトラデシル基、1-ヒドロパーフルオロエチル基、1-ヒドロ- $n$ -パーフルオロプロピル基、1-ヒドロ- $n$ -パーフルオロブチル基、1-ヒドロ- $n$ -パーフルオロペンチル基、1-ヒドロ- $n$ -パーフルオロヘキシル基、1-ヒドロ- $n$ -パーフルオロヘプチル基、1-ヒドロ- $n$ -パーフルオロオクタシル基、1-ヒドロ- $n$ -パーフルオロノニル基、1-ヒドロ- $n$ -パーフルオロデシル基、1-ヒドロ- $n$ -パーフルオロウンデシル基、1-ヒドロ- $n$ -パーフルオロドデシル基、1-ヒドロ- $n$ -パーフルオロテトラデシル基、1, 1-ジヒドロ- $n$ -パーフルオロプロピル基、1, 1-ジヒドロ- $n$ -パーフルオロブチル基、1, 1-ジヒドロ- $n$ -パーフルオロペンチル基、1



、1-ジヒドロ-3-ペンタフルオロエチルパーフルオロベンチル基、1、1-ジヒドロ-  
 n-パーフルオロヘキシル基、1、1-ジヒドロ-n-パーフルオロヘプチル基、1、  
 1-ジヒドロ-n-パーフルオロオクチル基、1、1-ジヒドロ-n-パーフルオロ  
 ニル基、1、1-ジヒドロ-n-パーフルオロデシル基、1、1-ジヒドロ-n-パーフル  
 オロウンデシル基、1、1-ジヒドロ-n-パーフルオロドデシル基、1、1-ジヒドロ  
 n-パーフルオロテトラデシル基、1、1-ジヒドロ-n-パーフルオロペンタデシル  
 基、1、1-ジヒドロ-n-パーフルオロヘキサデシル基、1、1、3-トリヒドロ-n  
 -パーフルオロプロピル基、1、1、3-トリヒドロ-n-パーフルオロブチル基、1、  
 1、4-トリヒドロ-n-パーフルオロブチル基、1、1、4-トリヒドロ-n-パーフル  
 オロペンチル基、1、1、5-トリヒドロ-n-パーフルオロペンチル基、1、1、3-  
 トリヒドロ-n-パーフルオロヘキシル基、1、1、6-トリヒドロ-n-パーフルオ  
 ロヘキシル基、1、1、5-トリヒドロ-n-パーフルオロヘプチル基、1、1、7-トリ  
 ヒドロ-n-パーフルオロヘプチル基、1、1、8-トリヒドロ-n-パーフルオロオ  
 クチル基、1、1、9-トリヒドロ-n-パーフルオロノニル基、1、1、1-トリヒ  
 ドロ-n-パーフルオロウンデシル基、2- (パーフルオロエチル) エチル基、2- (n-  
 -パーフルオロプロピル) エチル基、2- (n-パーフルオロブチル) エチル基、2- (n-  
 -パーフルオロペンチル) エチル基、2- (n-パーフルオロヘキシル) エチル基、2-  
 (n-パーフルオロヘプチル) エチル基、2- (n-パーフルオロオクチル) エチル基  
 、2- (n-パーフルオロデシル) エチル基、2- (n-パーフルオロノニル) エチル基  
 、2- (n-パーフルオロドデシル) エチル基、2- (パーフルオロ-9'-メチルデシル) 10  
 エチル基、2-トリフルオロメチルプロピル基、3- (n-パーフルオロプロピル)  
 プロピル基、3- (n-パーフルオロブチル) プロピル基、3- (n-パーフルオロヘ  
 シル) プロピル基、3- (n-パーフルオロヘプチル) プロピル基、3- (n-パーフル  
 オロオクチル) プロピル基、3- (n-パーフルオロデシル) プロピル基、3- (n-パー  
 フルオロドデシル) プロピル基、4- (パーフルオロエチル) ブチル基、4- (n-パー  
 フルオロプロピル) ブチル基、4- (n-パーフルオロブチル) ブチル基、4- (n-  
 -パーフルオロペンチル) ブチル基、4- (n-パーフルオロヘキシル) ブチル基、4- (n-  
 -パーフルオロヘプチル) ブチル基、4- (n-パーフルオロオクチル) ブチル基、4-  
 (n-パーフルオロデシル) ブチル基、4- (パーフルオロイソプロピル) ブチル基、  
 5- (n-パーフルオロプロピル) ペンチル基、5- (n-パーフルオロブチル) ペンチ  
 ル基、5- (n-パーフルオロペンチル) ペンチル基、5- (n-パーフルオロヘキシ  
 ル) ペンチル基、5- (n-パーフルオロヘプチル) ペンチル基、5- (n-パーフルオ  
 ロオクチル) ペンチル基、6- (パーフルオロエチル) ヘキシル基、6- (n-パーフル  
 オロプロピル) ヘキシル基、6- (n-パーフルオロブチル) ヘキシル基、6- (n-パー  
 フルオロヘキシル) ヘキシル基、6- (n-パーフルオロヘプチル) ヘキシル基、6- (n-  
 -パーフルオロオクチル) ヘキシル基、6- (パーフルオロイソプロピル) ヘキシル基  
 、6- (パーフルオロ-7'-メチルオクチル) ヘキシル基、7- (パーフルオロエチル)  
 ) ヘプチル基、7- (n-パーフルオロプロピル) ヘプチル基、7- (n-パーフルオ  
 ロブチル) ヘプチル基、7- (n-パーフルオロペンチル) ヘプチル基、4-フルオロシク  
 ロヘキシル基等のハロゲン原子で置換された直鎖、分岐鎖または環状のアルキル基を挙げ  
 ることができるが、これらに限定されるものではない。

X<sub>1</sub>~X<sub>6</sub>のハロゲン原子の具体例としては、例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子な  
 どのハロゲン原子を挙げることができる。

一般式(1)で表されるアミン化合物においてa、b、c、d、eおよびfは0~3の整  
 数を表し、好ましくは、0~2の整数を表し、より好ましくは0又は1を表す。

また、一般式(1)で表されるアミン化合物において、nおよびn'は0~2の整数を表  
 し、nおよびn'の少なくとも一方は1以上の整数を表す。

好ましくは、nおよびn'は0又は1であり、少なくとも一方が1であり、より好まし  
 くは、nおよびn'がそれぞれ1である。

[0012]

本発明に係る一般式(1)で表されるアミン化合物の具体例としては、例えば、以下に示す化合物を挙げることができるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

1. N, N, N', N' - テトラフェニル - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4' - (4'' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
2. N, N, N', N' - テトラフェニル - 3, 4 - ジ (3' - メトキシフェニル) - 2, 5 - ビス [3'' - メトキシ - 4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
3. N, N, N', N' - テトラフェニル - 3, 4 - ジ (2' - メチルフェニル) - 2, 5 - ビス [2'' - メチル - 4'' - (3''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
4. N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (1' - ナフチル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4'' - (3''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン 10
5. N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (1' - ナフチル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
6. N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (2' - ナフチル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
7. N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (9' - フェナントリル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
8. N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (9' - アントリル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
9. N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (1' - ビレニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン 20
10. N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (4' - フェニルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
11. N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (4' - メチルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
12. N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (4' - メトキシフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
13. N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (2' - メチルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
14. N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (2', 6' - ジメチルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン 30
15. N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (3 - フルオロフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
16. N, N' - ジ (1' - ナフチル) - N, N' - ジ (3'' - フルオロフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4''' - (4'''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
17. N, N' - ジ (1' - ナフチル) - N, N' - ジ (4'' - フェニルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4''' - (4'''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
18. N, N' - ジ (2' - ナフチル) - N, N' - ジ (4'' - シクロヘキシルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4''' - (4'''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン 40
19. N, N' - ジ (4' - フェニルフェニル) - N, N' - ジ (2'' - メチルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4''' - (4'''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
20. N, N' - ジ (3 - フルオロフェニル) - N, N' - ジ (2'', 6'' - ジメチルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4''' - (4'''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
21. N, N, N', N' - テトラ (1' - ナフチル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン

22. N, N, N', N' - テトラ (2' - ナフチル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - [4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
23. N, N, N', N' - テトラ (4' - フェニルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
24. N, N, N', N' - テトラ (2' - フェニルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
25. N, N, N', N' - テトラ (4' - シクロヘキシルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
26. N, N, N', N' - テトラ (2' - シクロヘキシルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
27. N, N, N', N' - テトラ (4' - メチルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
28. N, N, N', N' - テトラ (2', 6' - ジメチルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
29. N, N, N', N' - テトラ (4' - メチル - 1' - ナフチル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
30. N, N, N', N' - テトラ (2', 6' - ジフェニルフェニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
31. N, N' - ビスカルバゾリル - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4' - (3" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
32. N, N' - ビスカルバゾリル - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4' - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
33. N, N' - ビスカルバゾリル - 3, 4 - ジ (3' - フェニルオキシフェニル) - 2, 5 - ビス [3" - フェニルオキシ - 4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
34. N, N' - ビスフェノチアジール - 3, 4 - ジ (4' - フェニルオキシフェニル) - 2, 5 - ビス [4" - (3" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
35. N, N' - ビスフェノチアジール - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4' - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
36. N, N' - ビスフェノキサジール - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4' - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
37. N, N' - ビス (ジベンゾ [b, f] アゼピニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4' - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
38. N, N' - ビス (10', 11' - ジヒドロジベンゾ [b, f] アゼピニル) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
39. N, N' - ビス (2' - トリフルオロメチルフェノキサジール) - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
40. N - カルバゾリル - N - フェノチアジール - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4' - (3" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
41. N - カルバゾリル - N - フェノキサジール - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4' - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
42. N - カルバゾリル - N - ジベンゾ [b, f] アゼピニル - 3, 4 - ジフェニル - 2, 5 - ビス [4' - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
43. N, N' - ジフェニル - N', N' - ジ (1' - ナフチル) - 3, 4 - ジ (4" - メチルフェニル) - 2, 5 - ビス [4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
44. N, N' - ジフェニル - N', N' - ジ (4' - フェニルフェニル) - 3, 4 - ジ (3" - フルオロフェニル) - 2, 5 - ビス [3" - フルオロ - 4" - (4" - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
45. N, N - ジフェニル - N', N' - ジ (1' - ナフチル) - 3, 4 - ジフェニル -

- 2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
46. N, N-ジフェニル-N' - N' - ジ (2' - ナフチル) - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
47. N, N-ジフェニル-N' - N' - ジ (4' - フェニルフェニル) - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
48. N, N-ジフェニル-N' - カルバゾリル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4' - (4'' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
49. N, N-ジフェニル-N' - フェノチアジニル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4' - (4'' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
50. N, N-ジフェニル-N' - フェノキサジニル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4' - (4'' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン 10
51. N, N-ジフェニル-N' - ジペンゾ [b, f] アゼピニル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4' - (4'' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
52. N-フェニル-N - (1' - ナフチル) - N' - カルバゾリル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
53. N-フェニル-N - (2' - ナフチル) - N' - カルバゾリル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
54. N-フェニル-N - (4' - フェニルフェニル) - N' - カルバゾリル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
55. N-フェニル-N - (1' - ナフチル) - N' - フェノチアジニル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン 20
56. N-フェニル-N' - (1' - ナフチル) - N' - フェノキサジニル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
57. N-フェニル-N' - (1' - ナフチル) - N' - ジペンゾ [b, f] アゼピニル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
58. N - (4' - メチルフェニル) - N - (1'' - ナフチル) - N' - カルバゾリル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4''' - (4'''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
59. N - (4' - メトキシフェニル) - N - (1'' - ナフチル) - N' - カルバゾリル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4''' - (4'''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン 30
60. N, N-ジ (1' - ナフチル) - N' - カルバゾリル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
61. N, N-ジ (1' - ナフチル) - N' - フェノチアジニル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
62. N, N-ジ (1' - ナフチル) - N' - フェノキサジニル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
63. N, N-ジ (4' - フェニルフェニル) - N' - カルバゾリル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン 40
64. N, N-ジ (4' - フェニルフェニル) - N' - フェノキサジニル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
65. N, N-ジ (2' - フェニルフェニル) - N' - フェノチアジニル - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (4''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
66. N, N' - ジフェニル-N, N' - ジ (1' - ナフチル) - 3, 4-ジ (4'' - シクロヘキシルフェニル) - 2, 5-ビス [4''' - (3'''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
67. N, N' - ジフェニル-N, N' - ジ (2' - ナフチル) - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス [4'' - (3''' - アミノフェニル) フェニル] チオフェン
68. N, N' - ビスカルバゾリル - 3, 4-ジ (4' - フェニルフェニル) - 2, 5-

ビス〔4'' - (3'' - アミノフェニル) フェニル〕チオフェン

69. N, N, N', N', N'', N'', N'' - オクタフェニル-3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス〔4'' - (3'', 5'' - ジアミノフェニル) フェニル〕チオフェン

70. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' - (N, N-ジフェニル-4'' - アミノフェニル) フェニル〕-5 - (4'' - N', N' - ジフェニルアミノフェニル) チオフェン

71. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' - [N-フェニル-N - (1'' - ナフチル) - 4'' - アミノフェニル] フェニル〕-5 -〔4'' - N' - フェニル-N' - (1'' - ナフチル) アミノフェニル〕チオフェン

72. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' - [N-フェニル-N - (4'' - フェニルフェニル) - 4'' - アミノフェニル] フェニル〕-5 -〔4'' - N' - フェニル-N' - (1'' - ナフチル) アミノフェニル〕チオフェン 10

73. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' - [N-フェニル-N - (1'' - ナフチル) - 4'' - アミノフェニル] フェニル〕-5 - (4'' - N' - カルバゾリルフェニル) チオフェン

74. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' - [N-フェニル-N - (1'' - ナフチル) - 4'' - アミノフェニル] フェニル-5 - (4'' - N' - フェノチアジニルフェニル) チオフェン

75. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' - [N-フェニル-N - (4'' - フェニルフェニル) - 4'' - アミノフェニル] フェニル〕-5 - (4'' - N' - フェノチアジニルフェニル) チオフェン 20

76. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' - [N-フェニル-N - (2'' - メチルフェニル) - 4'' - アミノフェニル] フェニル〕-5 - (4'' - N' - カルバゾリルフェニル) チオフェン

77. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' - [N, N-ジ(1'' - ナフチル) - 4'' - アミノフェニル] フェニル〕-5 -〔4'' - [N', N' - ジ(1'' - ナフチル) アミノフェニル]チオフェン

78. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' - [N, N-ジ(1'' - ナフチル) - 4'' - アミノフェニル] フェニル〕-5 - (4'' - N' - カルバゾリルフェニル) チオフェン

79. 3, 4-ジフェニル-2 -〔N, N-ジ(4' - フェニルフェニル) - 4'' - (4'' - アミノフェニル) フェニル〕-5 - (4'' - N' - カルバゾリルフェニル) チオフェン 30

80. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' - [N, N-ジ(2'' - フェニルフェニル) - 4'' - アミノフェニル] フェニル〕-5 - (4'' - N' - フェノチアジニルフェニル) チオフェン

81. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' - (N, N, N', N' - テトラフェニル-3'', 5'' - ジアミノフェニル) フェニル〕-5 - (4'' - N'', N'' - ジフェニルアミノフェニル) チオフェン

82. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' - (N, N, N', N' - テトラフェニル-3'', 5'' - ジアミノフェニル) フェニル〕-5 - (4'' - N'' - カルバゾリルフェニル) チオフェン 40

83. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' -〔4'' - (4'' - N, N-ジフェニルアミノフェニル) フェニル〕フェニル〕-5 - (4'' - N', N' - ジフェニルアミノフェニル) チオフェン

84. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' -〔4'' - (4'' - N, N-ジフェニルアミノフェニル) フェニル〕フェニル〕-5 - (4'' - N' - カルバゾリルフェニル) チオフェン

85. 3, 4-ジフェニル-2 -〔4' -〔4'' - (4'' - N, N-ジフェニルアミノフェニル) フェニル〕フェニル〕-5 - (4'' - N' - フェノチアジニルフェニル) チオフェン

86. 3, 4-ジフェニル-2- {4' - [4" - (4" ' - N, N-ジフェニルアミノフェニル) フェニル] フェニル} - 5 - [4" " - (4" " ' - N' - フェニル - N' - (1" " " - ナフチル) アミノフェニル) フェニル] チオフェン

87. 3, 4-ジフェニル-2- {4' - [4" - (4" ' - N, N-ジフェニルアミノフェニル) フェニル] フェニル} - 5 - [4" " - (4" " ' - N' , N' - ジフェニルアミノフェニル) フェニル] チオフェン

88. 3, 4-ジフェニル-2- {4' - [4" - (4" ' - N, N-ジフェニルアミノフェニル) フェニル] フェニル} - 5 - [4" " - (4" " ' - N' - カルバゾリルフェニル) フェニル] チオフェン

89. 3, 4-ジフェニル-2- {4' - [4" - (4" ' - N, N-ジフェニルアミノフェニル) フェニル] フェニル} - 5 - [4" " - (4" " ' - N' - ジベンゾ [b, f] アゼピニルフェニル) フェニル] チオフェン 10

90. N, N, N' N' - テトラフェニル-3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス {4' - [4" - (4" ' - アミノフェニル) フェニル] フェニル} チオフェン

91. N, N' - ジフェニル-N, N' - ジ (1' - ナフチル) - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス {4" - [4" ' - (4" " - アミノフェニル) フェニル] フェニル} チオフェン

92. N, N' - ジフェニル-N, N' - ジ (1' - ナフチル) - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス {4" - [4" ' - (3" " - アミノフェニル) フェニル] フェニル} チオフェン 20

93. N, N' - ジフェニル-N, N' - ジ (1' - ナフチル) - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス {4" - [3" ' - (4" " - アミノフェニル) フェニル] フェニル} チオフェン

94. N, N' - ジフェニル-N, N' - ジ (1' - ナフチル) - 3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス {4" - [3" ' - (3" " - アミノフェニル) フェニル] フェニル} チオフェン

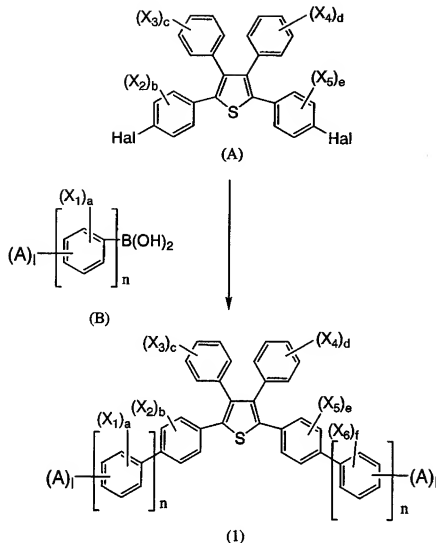
本発明の一般式 (1) で表されるアミン化合物は其自体公知の方法により製造することができる。

製造方法としては特に限定されるものではないが、例えば、下記の方法に従い製造することができる。

一般式 (1) において、A' がAであり、mが1であり、n' がnであり、nが1~2の化合物の製造 (化5) 30

【0013】

【化5】



10

20

30

40

(式中、A、1、n、 $X_1 \sim X_6$ 、a、b、c、d、eおよびfは前述の意味を表し、Ha1は塩素、臭素、ヨウ素等のハロゲン原子、トリフルオロメタンスルホニルオキシ基、p-トルエンスルホニルオキシ基を表す)

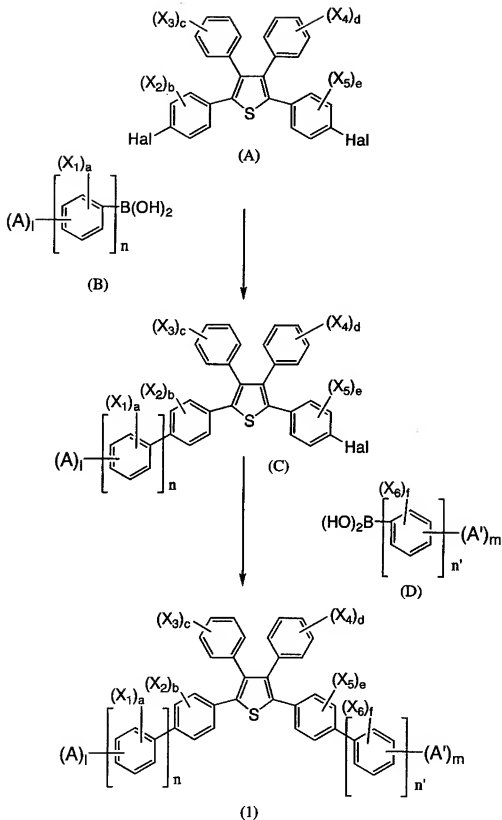
すなわち、一般式(A)で表されるハロゲン化テトラフェニルチオフェン誘導体に、2倍モルの一般式(B)で表されるホウ酸誘導体を作用させて、一般式(1)で表されるアミン化合物を製造することができる。

尚、一般式(A)で表されるハロゲン化テトラフェニルチオフェン誘導体および一般式(B)で表されるホウ酸誘導体との反応は、一般式(A)で表されるハロゲン化テトラフェニルチオフェン化合物と、一般式(B)で表されるホウ酸誘導体をパラジウム触媒〔例えば、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム、パラジウム/炭素〕、および塩基(例えば、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム等の無機塩基、ピリジン、トリエチルアミン等の有機塩基)の存在下に反応させる方法により製造することができる。

また、一般式(1)において、AおよびA'、mおよび1、nおよびn'がそれぞれ異なり、nおよびn'が1~2である化合物は以下の製造方法に従い製造することができる(化6)。

【0014】

【化6】



10

20

30

40

【 0 0 1 5 】

すなわち、

一般式 (A) で表されるハロゲン化テトラフェニルチオフェン誘導体に一般式 (B) で表されるホウ酸誘導体と作用させ、一般式 (C) で表されるモノハロゲン化テトラフェニルチオフェン誘導体を製造し、その後、一般式 (D) で表されるホウ酸誘導体と作用させることにより一般式 (1) において、A および A'、m および l、n および n' がそれぞれ異なる化合物を製造することができる。

50



尚、一般式(A)で表されるハロゲン化テトラフェニルチオフェン誘導体および一般式(B)で表されるホウ酸誘導体との反応、および、一般式(C)で表されるモノハロゲン化テトラフェニルチオフェン誘導体と一般式(D)で表されるホウ酸誘導体との反応は、一般式(A)で表されるハロゲン化テトラフェニルチオフェン化合物または一般式(C)で表されるモノハロゲン化テトラフェニルチオフェン化合物と、一般式(B)または一般式(D)で表されるホウ酸誘導体をパラジウム触媒(例えば、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム、トリス(ジベンジルジエンアセトン)ジパラジウム、パラジウム/炭素)、および塩基(例えば、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム等の無機塩基、ピリジン、トリエチルアミン等の有機塩基)の存在下に反応させる方法により製造することができる。

また、一般式(1)で表されるアミン化合物において、 $n$ および $n'$ の一方が0である化合物は、一般式(C)で表されるモノハロゲン化テトラフェニルチオフェン誘導体に置換または未置換のアミン化合物を作用させることにより製造することができる。尚、一般式(C)で表されるモノハロゲン化テトラフェニルチオフェン誘導体と、アミン化合物の反応はパラジウム触媒[例えば、酢酸パラジウム、トリス(ジベンジルジエンアセトン)ジパラジウム]およびリン配位子(例えばジ-*tert*-ブチル- $\sigma$ -ビフェニルホスフィン、ジシクロヘキシルフェニルホスフィン、トリス-*tert*-ブチルホスフィン)、あるいは、銅触媒(例えば、銅粉末、ヨウ化銅、塩化銅、臭化銅)を触媒として、塩基(例えば、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、炭酸セシウム、炭酸ルビジウム、ナトリウム-*tert*-ブトキシド、カリウム-*tert*-ブトキシド)の存在下に反応させることにより製造することができる。

#### 【0016】

次に本発明の有機電界発光素子について説明する。本発明の有機電界発光素子は、一対の電極間に、一般式(1)で表されるアミン化合物を少なくとも1種含有する層を少なくとも一層挟持してなるものである。有機電界発光素子は、通常一対の電極間に少なくとも1種の発光成分を含有する発光層を少なくとも一層挟持してなるものである。発光層に使用する化合物の正孔注入および正孔輸送、電子注入および電子輸送の各機能レベルを考慮し、所望に応じて、正孔注入成分を含有する正孔注入輸送層および/または電子注入輸送成分を含有する電子注入輸送層を設けることもできる。

例えば、発光層に使用する化合物の正孔注入機能、正孔輸送機能および/または電子注入機能、電子輸送機能が良好な場合には、発光層が正孔注入輸送層および/または電子注入輸送層を兼ねた型の素子構成として一層型の素子構成とすることができる。また、発光層が正孔注入機能および/または正孔輸送機能に乏しい場合には発光層の陽極側に正孔注入輸送層を設けた二層型の素子構成、発光層が電子注入機能および/または電子輸送機能に乏しい場合には発光層の陰極側に電子注入輸送層を設けた二層型の素子構成とすることができる。さらには発光層を正孔注入輸送層と電子注入輸送層で挟み込んだ構成の三層型の素子構成とすることも可能である。

また、正孔注入輸送層、電子注入輸送層および発光層のそれぞれの層は、一層構造であっても多層構造であってもよく、正孔注入輸送層および電子注入輸送層は、それぞれの層において、注入機能を有する層と輸送機能を有する層を別々に設けて構成することもできる。

本発明の有機電界発光素子において、一般式(1)で表されるアミン化合物で表されるアミン化合物は、正孔注入輸送層および/または発光層の構成成分として使用することが好ましく、正孔注入輸送層の構成成分として使用することがより好ましい。

本発明の有機電界発光素子において、一般式(1)で表されるアミン化合物で表されるアミン化合物は、単独で使用してもよく、また複数併用してもよい。

#### 【0017】

本発明の有機電界発光素子の構成としては、特に限定されるものではないが、例えば、(EL1)陽極/正孔注入輸送層/発光層/電子注入輸送層/陰極型素子(図1)、(EL2)陽極/正孔注入輸送層/発光層/陰極型素子(図2)、(EL3)陽極/発光層/電子注入輸送層/陰極型素子(図3)、(EL4)陽極/発光層/陰極型素子(図4)、な

10

20

30

40

50

どを挙げることができる。さらには、発光層を電子注入輸送層で挟み込んだ形の（ＥＬ５）陽極／正孔注入輸送層／電子注入輸送層／発光層／電子注入輸送層／陰極型素子（図５）とすることもできる。また、（ＥＬ６）の型の素子構成としては、発光層として発光成分を一層形態で一对の電極間に挟持させた型の素子、（ＥＬ７）発光層として正孔注入輸送成分、発光成分および電子注入成分を混合させた一層形態で一对の電極間に挟持させた型の素子（図６）、（ＥＬ８）発光層として正孔注入輸送成分および発光成分を混合させた一層形態で一对の電極間に挟持させた型の素子（図７）、（ＥＬ９）発光層として発光成分および電子注入成分を混合させた一層形態で一对の電極間に挟持させた型の素子（図８）のいずれであってもよい。

#### 【００１８】

本発明の有機電界発光素子は、これらの素子構成に限定されるものではなく、それぞれの型の素子において、正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層を複数設けることも可能である。また、それぞれの型の素子において、正孔注入輸送層を発光層との間に、正孔注入輸送成分と発光成分の混合層および／または発光層と電子注入輸送層との間に、発光成分と電子注入輸送成分の混合層を設けることもできる。

#### 【００１９】

好ましい有機電界発光素子の構成は、（ＥＬ１）型素子、（ＥＬ２）型素子、（ＥＬ５）型素子、（ＥＬ７）型素子または（ＥＬ８）型素子であり、より好ましくは、（ＥＬ１）型素子、（ＥＬ２）型素子または（ＥＬ８）型素子である。

#### 【００２０】

以下、本発明の有機電界発光素子の構成要素に関し、詳細に説明する。なお、例として（図１）に示す（ＥＬ１）陽極／正孔注入輸送層／発光層／電子注入輸送層／陰極型素子を取り上げて説明する。

#### 【００２１】

（図１）において、１は基板、２は陽極、３は正孔注入輸送層、４は発光層、５は電子注入輸送層、６は陰極、７は電源を示す。

本発明の有機電界発光素子は基板１に支持されていることが好ましく、基板としては、特に限定されるものではないが、透明ないし半透明である基板が好ましく、材質としては、ソーダライムガラス、ボロシリケートガラス等のガラスおよびポリエステル、ポリカーボネート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアクリレート、ポリメチルメタクリレート、ポリプロピレン、ポリエチレン等の透明性高分子が挙げられる。また、半透明プラスチックシート、石英、透明セラミックスあるいはこれらを組み合わせた複合シートからなる基板を使用することもできる。さらに、基板に、例えば、カラーフィルター膜、色変換膜、誘電体反射膜を組み合わせ、発光色をコントロールすることもできる。

陽極２としては、仕事関数の比較的大きい金属、合金または導電性化合物を電極材料として使用することが好ましい。陽極に使用する電極材料としては、例えば、金、白金、銀、銅、コバルト、ニッケル、パラジウム、バナジウム、タングステン、酸化インジウム（ $\text{In}_2\text{O}_3$ ）、酸化錫（ $\text{SnO}_2$ ）、酸化亜鉛、ITO（インジウム・チン・オキサイド：Indium Tin Oxide）、ポリチオフェン、ポリピロールなどを挙げることができる。これらの電極材料は単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

陽極は、これらの電極材料を、例えば、蒸着法、スパッタリング法等の方法により、基板の上に形成することができる。

また、陽極は一層構造であってもよく、あるいは多層構造であってもよい。陽極のシート電気抵抗は、好ましくは、数百 $\Omega$ /□以下、より好ましくは、５～５０ $\Omega$ /□程度に設定する。

陽極の厚みは使用する電極材料の材質にもよるが、一般に、５～１０００nm程度、より好ましくは、１０～５００nm程度に設定する。

正孔注入輸送層３は、陽極からの正孔（ホール）の注入を容易にする機能、および注入された正孔を輸送する機能を有する化合物を含有する層である。

本発明の電界発光素子の正孔注入輸送層は、一般式（１）で表される化合物および／また

10

20

30

40

50

は他の正孔注入輸送機能を有する化合物（例えば、フタロシアン誘導体、トリアリールアミン誘導体、トリアリールメタン誘導体、オキサゾール誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、ピラゾリン誘導体、ポリシラン誘導体、ポリフェニレンビレンおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリ-N-ビニルカルバゾールなど）を少なくとも1種使用して形成することができる。

正孔注入輸送機能を有する化合物は、単独で使用してもよく、または複数併用してもよい。

#### 【0022】

本発明の有機電界発光素子は、好ましくは、正孔注入輸送層に一般式（1）で表されるアミン化合物を含有する。本発明の有機電界発光素子において使用することができる本発明の一般式（1）で表されるアミン化合物以外の正孔注入輸送機能を有する化合物としては、トリアリールアミン誘導体（例えば、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(4'-メチルフェニル)アミノ]ビフェニル、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(3'-メチルフェニル)アミノ]ビフェニル、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(3'-メトキシフェニル)アミノ]ビフェニル、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(1'-ナフチル)アミノ]ビフェニル、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(3'-メチルフェニル)アミノ]ビフェニル、1, 1'-ビス[4'-[N, N-ジ(4'-メチルフェニル)アミノ]フェニル]シクロヘキサゲン、9, 10-ビス[N-(4'-メチルフェニル)-N-(4'-n-ブチルフェニル)アミノ]フェナントレン、3, 8-ビス(N, N-ジフェニルアミノ)-6-フェニルフェナントリジン、4-メチル-N, N-ビス[4'', 4'''-ビス[N', N'-ジ(4-メチルフェニル)アミノ]ビフェニル-4-イル]アニリン、N, N'-ビス[4-(ジフェニルアミノ)フェニル]-N, N'-ジフェニル-1, 3-ジアミノベンゼン、N, N'-ビス[4-(ジフェニルアミノ)フェニル]-N, N'-ジフェニル-1, 4-ジアミノベンゼン、5, 5'-ビス[4-(ビス[4-メチルフェニル]アミノ)フェニル-2, 2':5', 2''-ターチオフェン、1, 3, 5-トリス(ジフェニルアミノ)ベンゼン、4, 4', 4''-トリス(N-カルバゾリル)トリフェニルアミン、4, 4', 4''-トリス[N, N-ビス(4'-tert-ブチルビフェニル-4''-イル)アミノ]トリフェニルアミン、1, 3, 5-トリス[N-(4'-ジフェニルアミノ)ベンゼンなど、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリ-N-ビニルカルバゾールおよびその誘導体がより好ましい。

一般式（1）で表されるアミン化合物と他の正孔注入機能を有する化合物を併用する場合、正孔注入輸送層中に占める一般式（1）で表されるアミン化合物の含有量は、好ましくは、0.1重量%以上、より好ましくは、0.5~99.9重量%、さらに好ましくは3~97重量%である。

発光層4は、正孔および電子の注入機能、それらの輸送機能、正孔と電子の再結合により励起子を生成させる機能を有する化合物を含有する層である。

発光層は、一般式（1）で表されるアミン化合物および/または他の発光機能を有する化合物を少なくとも一種用いて形成することができる。

一般式（1）で表されるアミン化合物以外の発光機能を有する化合物としては、例えば、アクリドン誘導体、キナクリドン誘導体、ジケトピロロピロール誘導体、多環芳香族化合物〔例えば、ルブレン、アントラセン、テトラセン、ピレン、ペリレン、クリセン、デカサイクレン、コロネン、テトラフェニルシクロペンタジエン、ペンタフェニルシクロペンタジエン、9, 10-ジフェニルアントラセン、9, 10-ビス(フェニルエチニル)アントラセン、1, 4-ビス(9'-エチニルアントセニル)ベンゼン、4, 4'-ビス(9'-エチニルアントラセニル)ビフェニル、ジペンゾ[f, f']ジインデノ[1, 2, 3-cd:1', 2', 3'-lm]ペリレン誘導体〕、トリアリールアミン誘導体（例えば、正孔注入輸送機能を有する化合物として前述した化合物を挙げることができる）、有機金属錯体〔例えば、トリス(8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(10-ベンゾ[h]キノリノラート)ベリリウム、2-(2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾールの亜鉛塩、4-ヒドロキシアクリジンの亜鉛塩、3-ヒドロキシフラボンの亜鉛塩、5-ヒドロキシフラボン

10

20

30

40

50

のベリリウム塩、5-ヒドロキシフラボンのアルミニウム塩〕、スチルベン誘導体〔例えば、1, 1, 4, 4-テトラフェニル-1, 3-ブタジエン、4, 4'-ビビス(2, 2'-ジフェニルピニル)ビフェニル、4, 4'-ビビス〔(1, 1, 2-トリフェニル)エチニル〕ビフェニル〕、クマリン誘導体(例えば、クマリン1、クマリン6、クマリン7、クマリン30、クマリン106、クマリン138、クマリン151、クマリン152、クマリン153、クマリン307、クマリン311、クマリン314、クマリン334、クマリン338、クマリン343、クマリン500)、ピラン誘導体(例えば、DCM1、DCM2)、オキサゾン誘導体(例えば、ナイルレッド)、ペンゾチアゾール誘導体、ペンゾオキサゾール誘導体、ペンゾイミダゾール誘導体、ピラジン誘導体、ケイ皮酸エステル誘導体、ポリ-N-ビニルカルバゾールおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリフェニレンおよびその誘導体、ポリフルオレンおよびその誘導体、ポリフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリビフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリターフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリナフチレンビニレンおよびその誘導体、ポリチエニレンビニレンおよびその誘導体等を挙げることができる。一般式(1)で表されるアミン化合物以外の発光機能を有する化合物としては、アクリドン誘導体、キナクリドン誘導体、多環芳香族化合物、トリアリールアミン誘導体、有機金属錯体およびスチルベン誘導体が好ましく、多環芳香族化合物、有機金属錯体がより好ましい。本発明の有機電界発光素子は、発光層に一般式(1)で表されるアミン化合物を含有していることが好ましい。

一般式(1)で表される化合物と一般式(1)で表されるアミン化合物以外の発光機能を有する化合物を併用する場合、発光層中に占める一般式(1)で表される化合物の割合は、好ましくは、0.001~99.99重量%に調節する。また、発光層は、J. Appl. Phys., 65, 3610 (1989)、特開平5-214332号公報に記載のように、ホスト化合物とゲスト化合物(ドーパント)から形成することも可能である。

一般式(1)で表されるアミン化合物は発光層のホスト化合物として使用することもでき、またゲスト化合物として使用することも可能である。一般式(1)で表されるアミン化合物をホスト化合物として発光層を形成する場合、ゲスト化合物としては、例えば、前記のほかの発光機能を有する化合物を挙げることができ、中でも多環芳香族化合物は好ましい。

一般式(1)で表されるアミン化合物をホスト化合物として発光層を形成する場合、一般式(1)で表されるアミン化合物に対して、ゲスト化合物は、好ましくは、0.001から40重量%、より好ましくは、0.01~30重量%、さらに好ましくは0.1~20重量%使用する

発光層は、一般式(1)で表されるアミン化合物をホスト材料として、一般式(1)で表されるアミン化合物以外の発光機能を有する化合物を少なくとも1種ゲスト材料として使用して形成することができる。

本発明の有機電界発光素子は、好ましくは、発光層に一般式(1)で表されるアミン化合物をホスト材料として含有する。

一般式(1)で表されるアミン化合物ホスト材料として、他の発光機能を有する化合物と併用する場合、発光層中に占める一般式(1)で表されるアミン化合物は、好ましくは、40.0%~99.9%であり、より好ましくは、60.0~99.9重量%である。ゲスト材料の使用量は、一般式(1)で表されるアミン化合物に対して0.001~40重量%、好ましくは、0.05~30重量%、より好ましくは、0.1~20重量%である。また、ゲスト材料は、単独で使用してもよく、複数併用してもよい。

#### 【0023】

一般式(1)で表されるアミン化合物を、ゲスト材料として用いて発光層を形成する場合、ホスト材料としては、多環芳香族化合物、トリアリールアミン誘導体、有機金属錯体およびスチルベン誘導体が好ましく、多環芳香族化合物、有機金属錯体がより好ましい。一般式(1)で表されるアミン化合物をゲスト材料として使用する場合、一般式(1)で表されるアミン化合物を、好ましくは、0.001~40重量%、より好ましくは、0. 50

0.1～3.0重量%、さらに好ましくは、0.1～2.0重量%使用する。

電子注入輸送層5は、陰極からの電子の注入を容易にする機能および／または注入された電子を輸送する機能を含有する化合物を含有する層である。

電子注入輸送層に使用される電子注入機能を有する化合物としては、例えば、有機金属錯体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、ペリレン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ジフェニルキノリン誘導体、ニトロ置換フルオレノン誘導体、チオピランジオキサイド誘導体などを挙げる事ができる。また、有機金属錯体としては、例えば、トリス(8-キノリノラート)アルミニウム等の有機アルミニウム錯体、ビス(10-ペンゾ[h]キノリノラート)ベリリウム等の有機ベリリウム錯体、5-ヒドロキシフラボンのベリリウム塩、5-ヒドロキシフラボンのアルミニウム塩等を挙げる事ができる。好ましくは、有機アルミニウム錯体であり、より好ましくは、置換または未置換の8-キノリノラート配位子を有する有機アルミニウム錯体である。置換または未置換の8-キノリノラート配位子を有する有機アルミニウム錯体としては、例えば、一般式(a)～一般式(c)で表される化合物を挙げる事ができる。

[0024]

(Q)<sub>3</sub>-Al (a)

(式中、Qは置換または未置換の8-キノリノラート配位子を表す)

(Q)<sub>2</sub>-Al-O-L' (b)

(式中、Qは置換または未置換の8-キノリノラート配位子を表し、O-L'はフェノラート配位子を表し、L'はフェニル基を有する炭素数6～24の炭化水素基を表す)

(Q)<sub>2</sub>-Al-O-Al-(Q)<sub>2</sub> (c)

(式中、Qは置換または未置換の8-キノリノラート配位子を表す)

置換または未置換の8-キノリノラート配位子を有する有機アルミニウム錯体の具体例としては、例えば、トリス(8-キノリノラート)アルミニウム、トリス(4-メチル-8-キノリノラート)アルミニウム、トリス(5-メチル-8-キノリノラート)アルミニウム、トリス(3,4-ジメチル-8-キノリノラート)アルミニウム、トリス(4,5-ジメチル-8-キノリノラート)アルミニウム、トリス(4,6-ジメチル-8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(フェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2-メチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(3-メチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(4-メチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(3-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(4-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2,3-ジメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2,6-ジメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(3,4-ジメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(3,5-ジメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(3,5-ジ-tert-ブチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2,6-ジフェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2,4,6-トリメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2,4,6-トリメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(1-ナフトラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2-ナフトラート)アルミニウム、ビス(2,4-ジメチル-8-キノリノラート)(2-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2,4-ジメチル-8-キノリノラート)(3-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2,4-ジメチル-8-キノリノラート)(4-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2,4-ジメチル-8-キノリノラート)(3,5-ジメチルフェノラート)ア

10

20

30

40

50

ルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート)(3, 5-ジ-tert-ブチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)アルミニウム-μ-オキソ-ビス(2-メチル-8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート)アルミニウム-μ-オキソ-ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-4-エチル-8-キノリノラート)アルミニウム-μ-オキソ-ビス(2-メチル-4-エチル-8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-4-メトキシ-8-キノリノラート)アルミニウム-μ-オキソ-ビス(2-メチル-4-メトキシ-8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-5-シアノ-8-キノリノラート)アルミニウム-μ-オキソ-ビス(2-メチル-5-シアノ-8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-5-トリフルオロメチル-8-キノリノラート)アルミニウム-μ-オキソ-ビス(2-メチル-5-トリフルオロメチル-8-キノリノラート)アルミニウムを挙げることができる。

電子注入機能を有する化合物は単独で使用してもよく、また複数併用してもよい。

陰極6としては、比較的工作間数の小さい金属、合金または導電性化合物を電極材料として使用することが好ましい。陰極に使用する電極材料としては、例えば、リチウム、リチウム-インジウム合金、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、カルシウム、マグネシウム、マグネシウム-銀合金、マグネシウム-インジウム合金、インジウム、ルテニウム、チタニウム、マンガン、イットリウム、アルミニウム、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-カルシウム合金、アルミニウム-マグネシウム合金、グラファイト薄を挙げることができる。これらの電極材料は単独で使用してもよく、また複数併用してもよい。陰極はこれらの電極材料を、例えば、蒸着法、スパッタリング法、イオン蒸着法、イオンプレーティング法、クラスターイオンビーム法により電子注入輸送層の上に形成することができる。

また、陰極は一層構造であってもよく、多層構造であってもよい。陰極のシート電気抵抗は数百Ω/□以下とするのが好ましい。陰極の厚みは、使用する電極材料にもよるが、通常5~1000nm、好ましくは、10~500nmとする。

本発明の有機電界発光素子の発光を高率よく取り出すために、陽極または陰極の少なくとも一方の電極は、透明ないし半透明であることが好ましく、一般に、発光光の透過率が70%以上となるように陽極または陰極の材料、厚みを設定することが好ましい。

また、本発明の有機電界発光素子は、正孔注入輸送層、発光層および電子注入輸送層の少なくとも一層中に、一重項酸素クエンチャーを含有していてもよい。一重項酸素クエンチャーとしては、特に限定されるものではないが、例えば、ルブレン、ニッケル錯体、ジフェニルイソペンゾフランが挙げられ、好ましくは、ルブレンである。

一重項酸素クエンチャーが含有されている層としては、特に限定されるものではないが、好ましくは、発光層または正孔注入輸送層であり、より好ましくは、正孔注入輸送層である。尚、正孔注入輸送層に一重項酸素クエンチャーを含有させる場合、正孔注入輸送層中に均一に含有させてもよく、正孔注入輸送層と隣接する層(例えば、発光層、発光機能を有する電子注入輸送層)の近傍に含有させてもよい。

一重項酸素クエンチャーの含有量としては、含有される層(例えば、正孔注入輸送層)を構成する全体量の0.01~50重量%、好ましくは、0.05~30重量%、より好ましくは、0.1~20重量%である。

正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層の形成方法に関しては、特に限定されるものではなく、例えば、真空蒸着法、イオン化蒸着法、溶液塗布法(例えば、スピンコート法、キャスト法、ディップコート法、バーコート法、ロールコート法、ラングミュア・ブロッケット法、インクジェット法)を使用することができる。真空蒸着法により正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層等の各層を形成する場合、真空蒸着の条件は、特に限定されるものではないが、通常、 $10^{-5}$  Torr程度以下の真空下で、50~500℃程度のボート温度(蒸着源温度)、-50~300℃程度の基板温度で、0.005~50nm/sec程度の蒸着速度で実施することが好ましい。この場合、正孔注入輸送層、発光層、

10

20

30

40

50

電子注入輸送層等の各層は、真空中で、連続して形成することが好ましい。連続で形成することにより諸特性に優れた有機電界発光素子を製造することが可能となる。真空蒸着法により、正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層等の各層を、複数の化合物を使用して形成する場合、化合物を入れた各ボートを個別に温度制御して、共蒸着することが好ましい。

溶液塗布法により各層を形成する場合、各層を形成する成分あるいはその成分とバインダー樹脂等とを、溶媒に溶解または分散させて塗布液とする。溶媒としては、例えば、有機溶媒（ヘキサン、オクタン、デカン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、1-メチルナフタレン等の炭化水素系溶媒、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン系溶媒、ジクロロメタン、クロロホルム、テトラクロロメタン、ジクロロエタン、トリクロロエタン、テトラクロロエタン、クロロベンゼン、ジクロロベンゼン、クロロトルエン等のハロゲン化炭化水素系溶媒、酢酸エチル、酢酸ブチル、酢酸アミル、乳酸エチル等のエステル系溶媒、メタノール、プロパノール、ブタノール、ペンタノール、ヘキサノール、シクロヘキサノール、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、エチレングリコール等のアルコール系溶媒、ジブチルエーテル、テトラヒドロフラン、ジオキサン、ジメトキシエタン、アニソール等のエーテル系溶媒、N、N-ジメチルホルムアミド、N、N-ジメチルアセトアミド、1-メチル-2-ピロリドン、1,3-ジメチル-2-イミダゾリジノン、ジメチルスルホキシド等の極性溶媒）、水を挙げることができる。溶媒は単独で使用してもよく、また複数併用してもよい。正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層の各層の成分を溶媒に分散させる場合には、分散方法として、例えば、ボールミル、サンドミル、ペイントシェーカー、アトライター、ホモジナイザー等を使用して微粒子状に分散する方法を使用することができる。

また、正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層等の各層に使用しうるバインダー樹脂としては、ポリ-N-ビニルカルバゾール、ポリアリーレート、ポリスチレン、ポリエステル、ポリシロキサン、ポリメチルメタクリレート、ポリメチルアクリレート、ポリエーテル、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリパラキシレン、ポリエチレン、ポリフェニレンオキサイド、ポリエーテルスルホン、ポリアニリンおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリフルオレンおよびその誘導体、ポリチエニレンビニレンおよびその誘導体などの高分子化合物を挙げることができる。バインダー樹脂は単独で使用してもよく、また、複数併用してもよい。塗布液の濃度は、特に限定されるものではないが、実施する塗布法により所望の厚みを作製するのに適した濃度範囲に設定することができ、通常、0.1~50重量%、好ましくは、1~30重量%に設定する。バインダー樹脂を使用する場合、その使用量は特に限定されるものではないが、通常、正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層等の各層を形成する成分とバインダー樹脂の総量に対してバインダー樹脂の含有率が（一層型の素子を形成する場合には各成分の総量に対して）、5~99重量%、好ましくは、10~99重量%となるように使用する。

正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層等の各層の膜厚は、特に限定されるものではないが、通常、5nm~5μmとする。

また、上記の条件で作製した本発明の有機電界発光素子は、酸素や水分等との接触を防止する目的で、保護層（封止層）を設けたり、また、素子を不活性物質中（例えば、パラフィン、流動パラフィン、シリコンオイル、フルオロカーボン油、ゼオライト含有フルオロカーボン油）に封入して保護することができる。保護層に使用する材料としては、例えば、有機高分子材料（例えば、フッ素樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、エポキシシリコン樹脂、ポリスチレン、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリパラキシレン、ポリエチレン、ポリフェニレンオキサイド）、無機材料（例えば、ダイヤモンド薄膜、アモルファスシリカ、電気絶縁性ガラス、金属酸化物、金属窒化物、金属炭化物、金属硫化物）、さらには、光硬化性樹脂を挙げることができる。保護層に使用する材料は単独で使用してもよく、また複数併用してもよい。保護層は一層構造であってもよく、また多層構造であってもよい。

また、本発明の有機電界発光素子は、電極に保護膜として金属酸化物膜（例えば、酸化アルミニウム膜）、金属フッ化膜を設けることもできる。

本発明の有機電界発光素子は、陽極の表面に界面層（中間層）を設けることもできる。界面層の材質としては、有機リン化合物、ポリシラン、芳香族アミン誘導体、フタロシアニン誘導体等を挙げることができる。

さらに、電極、例えば、陽極はその表面を、酸、アンモニア／過酸化水素、あるいはプラズマで処理して使用することもできる。

#### 【0025】

本発明の有機電界発光素子は、通常、直流駆動型の素子として使用することができるが、交流駆動型の素子としても使用することができる。また、本発明の有機電界発光素子は、セグメント型、単純マトリックス駆動型等のパッシブ駆動型であってもよく、TFT（薄膜トランジスタ）型、MIM（メタル-インスレーター-メタル）型等のアクティブ駆動型であってもよい。駆動電圧は通常、2〜30Vである。本発明の有機電界発光素子は、パネル型光源（例えば、時計、液晶パネル等のバックライト）、各種の発光素子（例えば、LED等の発光素子の代替）、各種の表示素子〔例えば、情報表示素子（パソコンモニター、携帯電話・携帯端末用表示素子）〕、各種の標識、各種のセンサーなどに使用することができる。

#### 【0026】

##### 【実施例】

以下、実施例を挙げて本発明をさらに詳細に説明するが、本発明は、以下の実施例に限定されるものではない。

#### 【0027】

実施例1：例示化合物5の製造

▲1▼：N-フェニル-N-（1'-ナフチル）-4-クロロアニリンの製造

4-クロロヨードベンゼン71.5g（0.30mol）、ナトリウム-tert-ブトキシド33.3g（0.36mol）、酢酸パラジウム67.8mg（0.3mmol）、N-フェニル-1-ナフチルアミン65.7g（0.30mol）、ジ-tert-ブチル-オービフェニルホスフィン2.68g（0.09mmol）およびトルエン150gよりなる混合物を窒素雰囲気下で90℃に加熱し、7時間加熱攪拌した。その後、室温に冷却し、トルエン600mlおよび水800mlを添加し、有機相を分液した有機相を水洗した後、減圧下にトルエンを留去し、残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製し、N-フェニル-N-（1'-ナフチル）-4-クロロアニリン72.0gを得た。

▲2▼：4-N-フェニル-N-（1'-ナフチル）アミノフェニルホウ酸の製造  
N-フェニル-N-（1'-ナフチル）-4-クロロアニリン70gおよび脱水テトラヒドロフラン100gよりなる混合物を-70℃以下に冷却し、ここにn-ブチルリチウム（2.64M/L）83.5mlを2時間30分かけて滴下した。さらに2時間同温度で攪拌を行い、その後、ホウ酸トリメチル31.7g（0.31mol）および脱水テトラヒドロフラン100mlよりなる混合物を-70℃以下で3時間かけて滴下した。滴下終了後、さらに同温度で2時間攪拌を行った後、室温に昇温した。室温で1時間攪拌を行い、反応混合物を10℃に冷却して、濃硫酸10mlおよび水200mlよりなる混合物を添加した。その後、室温で30分間攪拌し、さらに反応混合物を80℃に加熱してテトラヒドロフランを留去した。トルエン300mlを反応混合物に添加して、水相を除去した後、トルエン相を水洗し、減圧下にトルエンを留去した。残渣をヘキサンで処理し、4-N-フェニル-N-（1'-ナフチル）アミノフェニルホウ酸を無色の結晶として56g得た。

▲3▼：例示化合物5の製造

3,4-ジフェニル-2,5-ビス（4'-プロモフェニル）チオフェン5.5g（10mmol）、4-N-フェニル-N-（1'-ナフチル）アミノフェニルホウ酸8.8g（26mmol）、炭酸ナトリウム8.4g（100mmol）、水50gおよびトルエン100gよりなる混合物にテトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウム0.2g（0.2mmol）を添加し、窒素雰囲気下で80℃に加熱し、12時間加熱攪拌した。



その後、反応混合物を室温に冷却し、有機相を分離し、さらに水洗した。有機相からトルエンを減圧下に留去し、残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製し、例示化合物5の化合物を無色固体として5.3g得た。さらに該化合物を $2 \times 10^{-4}$  Paの真空条件下、400℃で昇華精製した。

【0028】

実施例2：例示化合物32の製造

実施例1において、N-フェニル-1-ナフチルアミン65.7gを使用する代わりに、カルバゾール50.1gを使用した以外は実施例1に記載の操作に従い、例示化合物32を無色固体として5.8g得た。さらに該化合物を $2 \times 10^{-4}$  Paの真空条件下、390℃で昇華精製した。

10

【0029】

実施例3：例示化合物90の製造

実施例1において、4-クロロヨードベンゼン71.5gおよびN-フェニル-1-ナフチルアミン65.7gを使用する代わりに、4-(4'-クロロフェニル)ヨードベンゼン94.4gおよびジフェニルアミン50.7gを使用した以外は実施例1に記載の操作に従い、例示化合物90を淡黄色固体として6.9g得た。

さらに該化合物を $2 \times 10^{-4}$  Paの真空条件下、460℃で昇華精製した。

【0030】

実施例4：例示化合物73の製造

▲1▼：3, 4-ジフェニル-2, 5-ビス(4'-プロモフェニル)チオフェン27.5g、4-N-フェニル-N-(1-ナフチル)アミノフェニルホウ酸16.2g、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム1.0g、炭酸ナトリウム7.9g、水250gおよびトルエン500gよりなる混合物を窒素雰囲気下で80℃に加熱し、8時間加熱攪拌した。その後、反応混合物を室温に冷却し、有機相を分離した。さらに有機相を水洗し、減圧下にトルエンを留去した。残渣をカラムクロマトグラフィーにより精製し、3, 4-ジフェニル-2-{4'-[4"-N-フェニル-N-(1"-ナフチル)アミノフェニル]フェニル}-5-(4"-プロモフェニル)チオフェン15.4gを得た。

20

▲2▼：次に、3, 4-ジフェニル-2-{4'-[4"-N-フェニル-N-(1"-ナフチル)アミノフェニル]フェニル}-5-(4"-プロモフェニル)チオフェン7.6g、ナトリウム-tert-ブトキシド1.2g、カルバゾール1.7g、酢酸パラジウム4mgおよびトルエン10gよりなる混合物に窒素雰囲気下、ジ-tert-ブチル-ο-ピフェニルホスフィン0.89gを添加し、90℃に加熱し、4時間攪拌を行った。反応混合物を室温まで冷却し、不溶物をろ別し、トルエン相を水洗した。その後、減圧下にトルエンを留去し、残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製し、目的とする例示化合物73を無色の固体として4.6g得た。さらに該化合物を $2 \times 10^{-4}$  Paの真空条件下、370℃で昇華精製した。

30

【0031】

実施例5：例示化合物74の製造

実施例4の▲2▼において、カルバゾール1.7gを使用する代わりに、フェノチアジン2.0gを使用した以外は実施例4の▲2▼に記載の操作に従い、例示化合物74の化合物を無色の固体として5.1g得た。さらに該化合物を $2 \times 10^{-4}$  Paの真空条件下、370℃で昇華精製した。

40

【0032】

実施例6：例示化合物71の製造

実施例4の▲2▼において、カルバゾール1.7gを使用する代わりに、N-フェニル-1-ナフチルアミン2.3gを使用した以外は、実施例4の▲2▼に記載の操作に従い例示化合物71の化合物を無色の固体として5.7g得た。さらに該化合物を $2 \times 10^{-4}$  Paの真空条件下、350℃で昇華精製した。

【0033】

50

## 実施例 7: 例示化合物 86 の製造

3, 4-ジフェニル-2-〔4'-〔4''-N-フェニル-N-(1')'-ナフチル〕アミノフェニル〕フェニル-5-(4''-プロモフェニル)チオフェン 7.6 g、4-(4'-N,N-ジフェニルアミノフェニル)フェニルホウ酸 3.7 g、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム 0.1 g、炭酸ナトリウム 4.2 g、水 50 g およびトルエン 100 g よりなる混合物を窒素雰囲気下で 80℃ に加熱し、さら、同温度で 9 時間加熱攪拌した。その後、反応混合物を室温まで冷却し、水相を分離した。有機相をさらに水洗し、減圧下にトルエンを留去した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィにより精製し、目的とする例示化合物 86 の化合物を無色の固体として 6.4 g 得た。さらに該化合物を  $2 \times 10^{-4}$  Pa の真空条件下、430℃ で昇華精製した。

10

## 【0034】

## 実施例 8: 有機電界発光素子の作製

厚さ 200 nm の ITO 透明電極 (陽極) を有するガラス基板を、中性洗剤、セミコクリン (フルウチ化学製)、超純水、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。この基板を窒素雰囲気下で乾燥し、さらに UV/オゾン洗浄した後、蒸着装置の基板ホルダーに固定し、蒸着槽を  $3 \times 10^{-6}$  Torr に減圧した。まず、ITO 透明電極上に、例示化合物 5 の化合物を蒸着速度 0.2 nm/sec で 75 nm の厚さに蒸着し、正孔注入輸送層を形成した。次に、正孔注入輸送層の上にトリス(8-キノリノラート)アルミニウムを蒸着速度 0.2 nm/sec で 50 nm の厚さに蒸着し、電子注入輸送層を兼ね備えた発光層を形成した。

20

さらに、その上に、陰極としてマグネシウムと銀を蒸着速度 0.2 nm/sec で 200 nm の厚さに共蒸着 (重量比 10:1) して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。尚、蒸着は、蒸着槽の減圧状態を保ったまま実施した。作製した有機電界発光素子に直流電圧を印加し、50℃、乾燥雰囲気下、10 mA/cm<sup>2</sup> の定電流密度で連続駆動させた。初期には、5.9 V、輝度 460 cd/m<sup>2</sup> の緑色の発光が確認された。輝度の半減期は 750 時間であった。

## 【0035】

## 実施例 9: 有機電界発光素子の作製

実施例 8 において、正孔注入輸送層の形成に際して、例示化合物 5 の化合物を使用する代わりに、例示化合物 32 の化合物 (実施例 9)、例示化合物 71 の化合物 (実施例 10)、例示化合物 73 の化合物 (実施例 11)、例示化合物 74 の化合物 (実施例 12)、例示化合物 86 の化合物 (実施例 13)、例示化合物 90 の化合物 (実施例 14) を使用した以外は、実施例 8 に記載の操作に従い、有機電界発光素子を作製した。各素子からは緑色の発光が確認された。さらにその特性を調べ、結果を第 1 表 (表 1) に示した。

30

## 【0036】

## 比較例 1:

実施例 8 において、正孔注入輸送層の形成に際して、例示化合物 5 の化合物を使用する代わりに、4, 4'-ビス [N-フェニル-N-(3'-メチルフェニル)アミノ]ビフェニルを使用した以外は実施例 8 に記載の操作に従い、有機電界発光素子を作製した。素子からは緑色の発光が確認された。さらにその特性を調べ、結果を第 1 表 (表 1) に示した。

40

## 【0037】

## 比較例 2:

実施例 8 において、正孔注入輸送層の形成に際して、例示化合物 5 の化合物を使用する代わりに、9, 9'-ジメチル-2, 7-ビス (N, N-ジフェニルアミノ)フルオレンを使用した以外は実施例 8 に記載の操作に従い、有機電界発光素子を作製した。各素子からは緑色の発光が確認された。さらにその特性を調べ、結果を第 1 表 (表 1) に示した。

## 【0038】

## 【表 1】

第1表

有機電界発光素子	初期特性(50℃)		半減期(50℃)
	輝度 (cd/cm <sup>2</sup> )	電圧 (V)	
実施例9	510	5.9	710
実施例10	530	5.8	720
実施例11	490	5.7	750
実施例12	500	5.8	740
実施例13	520	5.9	690
実施例14	510	5.7	700
比較例1	300	6.6	5
比較例2	450	6.5	100

10

## 【0039】

実施例15：有機電界発光素子の作製

厚さ200nmのITO透明電極（陽極）を有するガラス基板を、中性洗剤、セミコクリン（フルウチ化学製）、超純水、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。この基板を窒素ガスを用いて乾燥し、さらにUV/オゾン洗浄した後、蒸着装置の基板ホルダーに固定し、蒸着槽を $3 \times 10^{-6}$ Torrに減圧した。

まず、ITO透明電極上に、ポリ（チオフェン-2,5-ジイル）を蒸着速度0.1nm/secで、20nmの厚さに蒸着し、第1正孔注入輸送層を形成した。

次いで、例示化合物73の化合物を蒸着速度0.2nm/secで55nmの厚さに蒸着し、第2正孔注入輸送層を形成した。次に、正孔注入輸送層の上にトリス（8-キノリノラート）アルミニウムを蒸着速度0.2nm/secで50nmの厚さに蒸着し、電子注入輸送層を兼ね備えた発光層を形成した。さらに、その上に、陰極としてマグネシウムと銀を蒸着速度0.2nm/secで200nmの厚さに共蒸着（重量比10:1）して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。尚、蒸着は、蒸着槽の減圧状態を保ったまま実施した。作製した有機電界発光素子に直流電圧を印加し、乾燥雰囲気下、10mA/cm<sup>2</sup>の定電流密度で連続駆動させた。初期には、6.3V、輝度540cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光が確認された。輝度の半減期は1800時間であった。

30

## 【0040】

実施例16：有機電界発光素子の作製

厚さ200nmのITO透明電極（陽極）を有するガラス基板を、中性洗剤、セミコクリン（フルウチ化学製）、超純水、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。この基板を窒素ガスを用いて乾燥し、さらにUV/オゾン洗浄した後、蒸着装置の基板ホルダーに固定し、蒸着槽を $3 \times 10^{-6}$ Torrに減圧した。まず、ITO透明電極上に、4,4',4"-トリス〔N-(3"-メチルフェニル)-N'-フェニルアミノ〕トリフェニルアミンを蒸着速度0.1nm/secで、50nmの厚さに蒸着し、第1正孔注入輸送層を形成した。次いで、例示化合物5の化合物とルブレンを、異なる蒸着源から、蒸着速度0.2nm/secで20nmの厚さに共蒸着（重量比10:1）し、第2正孔注入輸送層を兼ね備えた発光層を形成した。次いで、その上にトリス（8-キノリノラート）アルミニウムを蒸着速度0.2nm/secで50nmの厚さに蒸着し、電子注入輸送層を兼ね備えた発光層を形成した。さらに、その上に、陰極としてマグネシウムと銀を蒸着速度0.2nm/secで200nmの厚さに共蒸着（重量比10:1）して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。作製した有機電界発光素子に直流電圧を印加し、乾燥雰囲気下、10mA/cm<sup>2</sup>の定電流密度で連続駆動させた。初期には、6.3V、輝度490cd

40

50

$\text{m}^2$ の黄色の発光が確認された。輝度の半減期は1540時間であった。

#### 【0041】

実施例17：有機電界発光素子の作製

厚さ200nmのITO透明電極（陽極）を有するガラス基板を、中性洗剤、セミコクリン（フルウチ化学製）、超純水、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。この基板を窒素ガスを用いて乾燥し、さらにUV/オゾン洗浄した後、蒸着装置の基板ホルダーに固定し、蒸着槽を $3 \times 10^{-6}$ Torrに減圧した。まず、ITO透明電極上に、ポリ（チオフェン-2,5-ジイル）を蒸着速度 $0.1 \text{ nm/sec}$ で、20nmの厚さに蒸着し、第1正孔注入輸送層を形成した。蒸着槽を大気圧下に戻した後、再び蒸着槽を $3 \times 10^{-6}$ Torrに減圧した。次いで、例示化合物32の化合物とルブレンを、異なる蒸着源から、蒸着速度 $0.2 \text{ nm/sec}$ で55nmの厚さに共蒸着（重量比10:1）し、第2正孔注入輸送層を兼ね備えた発光層を形成した。減圧状態を保ったまま、次に、その上にトリス（8-キノリノリノラート）アルミニウムを蒸着速度 $0.2 \text{ nm/sec}$ で50nmの厚さに蒸着し、電子注入輸送層を形成した。減圧状態を保ったまま、さらに、その上に、陰極としてマグネシウムと銀を蒸着速度 $0.2 \text{ nm/sec}$ で200nmの厚さに共蒸着（重量比10:1）して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。作製した有機電界発光素子に直流電圧を印加し、乾燥雰囲気下、 $10 \text{ mA/cm}^2$ の定電流密度で連続駆動させた。初期には、6.1V、輝度 $520 \text{ cd/m}^2$ の黄色の発光が確認された。輝度の半減期は1900時間であった。

10

#### 【0042】

実施例18：有機電界発光素子の作製

厚さ200nmのITO透明電極（陽極）を有するガラス基板を、中性洗剤、セミコクリン（フルウチ化学製）、超純水、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。この基板を窒素ガスを用いて乾燥し、さらにUV/オゾン洗浄した後、蒸着装置の基板ホルダーに固定し、蒸着槽を $3 \times 10^{-6}$ Torrに減圧した。まず、ITO透明電極上に、例示化合物90を蒸着速度 $0.1 \text{ nm/sec}$ で、20nmの厚さに蒸着し、第1正孔注入輸送層を形成した。蒸着槽を大気圧下に戻した後、再び蒸着槽を $3 \times 10^{-6}$ Torrに減圧した。次いで、例示化合物74の化合物とルブレンを、異なる蒸着源から、蒸着速度 $0.2 \text{ nm/sec}$ で55nmの厚さに共蒸着（重量比10:1）し、第2正孔注入輸送層を兼ね備えた発光層を形成した。次に、その上にトリス（8-キノリノリノラート）アルミニウムを蒸着速度 $0.2 \text{ nm/sec}$ で50nmの厚さに蒸着し、電子注入輸送層を形成した。さらに、その上に、陰極としてマグネシウムと銀を蒸着速度 $0.2 \text{ nm/sec}$ で200nmの厚さに共蒸着（重量比10:1）して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。尚、蒸着は、蒸着槽の減圧状態を保ったまま実施した。作製した有機電界発光素子に直流電圧印加し、乾燥雰囲気下、 $10 \text{ mA/cm}^2$ の定電流密度で連続駆動させた。初期には、6.0V、輝度 $510 \text{ cd/m}^2$ の黄色の発光が確認された。輝度の半減期は1700時間であった。

30

#### 【0043】

実施例19：有機電界発光素子の作製

厚さ200nmのITO透明電極（陽極）を有するガラス基板を、中性洗剤、セミコクリン（フルウチ化学製）、超純水、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。この基板を窒素ガスを用いて乾燥し、さらにUV/オゾン洗浄した。次に、ITO透明電極上に、ポリカーボネート（重量平均分子量39000）と例示化合物32の化合物を重量比100:50の割合で含有する3重量%ジクロロエタン溶液を用いてスピンコート法により、40nmの正孔注入輸送層を形成した。次にこの正孔注入輸送層を有するガラス基板を、蒸着装置の基板ホルダーに固定し、蒸着層を $3 \times 10^{-6}$ Torrに減圧した。次に、その上にトリス（8-キノリノリノラート）アルミニウムを蒸着速度 $0.2 \text{ nm/sec}$ で50nmの厚さに蒸着し、電子注入輸送層を兼ね備えた発光層を形成した。さらに、その上に、陰極としてマグネシウムと銀を蒸着速度 $0.2 \text{ nm/sec}$ で200nmの厚さに共蒸着（重量比10:1）して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。作製した有機電界発光

40

50

素子に乾燥雰囲気下、 $10\text{ V}$ の直流電圧を印加したところ、 $91\text{ mA}/\text{cm}^2$ の電流が流れた。輝度 $960\text{ cd}/\text{m}^2$ の緑色の発光が確認された。輝度の半減期は $400$ 時間であった。

#### 【0044】

実施例20：有機電界発光素子の作製

厚さ $200\text{ nm}$ のITO透明電極（陽極）を有するガラス基板を、中性洗剤、セミコクリン（フルオロ化学製）、超純水、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。この基板を窒素ガスをを用いて乾燥し、さらにUV/オゾン洗浄した。次に、ITO透明電極上に、ポリメチルメタクリレート（重量平均分子量 $25000$ ）、例示化合物5の化合物、トリス（8-キノリノラート）アルミニウムをそれぞれ重量比 $100:50:0.5$ の割合で含有する3重量%ジクロロエタン溶液を用いてスピンコート法により、 $100\text{ nm}$ の発光層を形成した。次にこの発光層を有するガラス基板を、蒸着装置の基板ホルダーに固定し、蒸着層を $3 \times 10^{-6}\text{ Torr}$ に減圧した。発光層の上に、陰極としてマグネシウムと銀を蒸着速度 $0.2\text{ nm}/\text{sec}$ で $200\text{ nm}$ の厚さに共蒸着（重量比 $10:1$ ）して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。作製した有機電界発光素子に乾燥雰囲気下、 $15\text{ V}$ の直流電圧を印加したところ、 $98\text{ mA}/\text{cm}^2$ の電流が流れた。輝度 $660\text{ cd}/\text{m}^2$ の緑色の発光が確認された。輝度の半減期は $600$ 時間であった。

#### 【0045】

【発明の効果】

本発明により、新規なアミン化合物、および発光寿命が長く、耐久性に優れた有機電界発光素子を提供することが可能になった。

【図面の簡単な説明】

【図1】有機電界発光素子の一例の断面概略図である。

【図2】有機電界発光素子の一例の断面概略図である。

【図3】有機電界発光素子の一例の断面概略図である。

【図4】有機電界発光素子の一例の断面概略図である。

【図5】有機電界発光素子の一例の断面概略図である。

【図6】有機電界発光素子の一例の断面概略図である。

【図7】有機電界発光素子の一例の断面概略図である。

【図8】有機電界発光素子の一例の断面概略図である。

【符号の説明】

1：基板

2：陽極

3：正孔注入輸送層

3a：正孔注入輸送成分

4：発光層

4a：発光成分

5：電子注入輸送層

5'：電子注入輸送層

5a：電子注入輸送成分

6：陰極

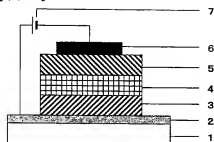
7：電源

10

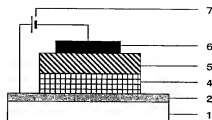
30

40

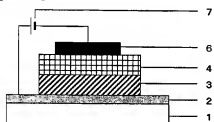
【図 1】



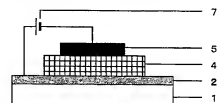
【図 3】



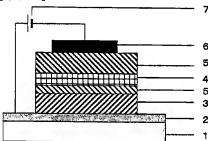
【図 2】



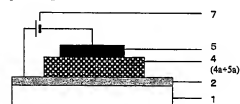
【図 4】



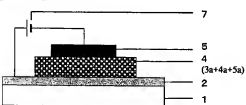
【図 5】



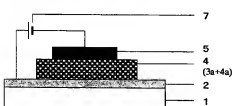
【図 8】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

---

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

H 0 5 B 33/14

B

H 0 5 B 33/22

D

F ターム (参考) 3K007 AB11 DB03 FA01

4C023 CA07

【要約の続き】

l および m は 1 または 2 を表し、a、b、c、d、e および f は 0 ～ 3 の整数を表し、n および n' は 0 ～ 2 の整数を表し、n および n' の少なくとも一方は 1 以上の整数を表す]

【効果】新規なアミン化合物、および発光寿命が長く、耐久性に優れた有機電界発光素子を提供する。

【選択図】 なし